云南植物研究 2007，29 (3)：316～322
Acta Botanica Yunnanica

国产毛茛属植物五种一变种的核型*

聂谷华[1,2]，廖 亮[2**]，方 亮[2]，徐玲玲[2]，史军伟[2]，向其柏[1]

(1 南京林业大学森林资源与环境学院，江苏 南京 210037；2 九江学院生命科学学院，江西 九江 332000)

摘要：对国产 6 种毛茛属（*Ranunculus*）植物进行了核型研究。它们的核型公式分别为：扇叶毛茛 $2n = 4x = 32 = 12m + 20sm$，云生毛茛 $2n = 4x = 32 = 16m + 10sm + 6st$，曲升毛茛 $2n = 4x = 32 = 14m + 16sm + 2st$ 及 $2n = 5x = 40 = 18m + 16sm + 4st + 2T$，西南毛茛 $2n = 2x = 16 = 12m + 2sm + 2st$，匍枝毛茛 $2n = 2x = 16 = 8m + 8st$ 及 $2n = 4x = 32 = 12m + 4sm + 14st + 2t$，棱喙毛茛 $2n = 2x = 16 = 6m + 6sm + 4st$。并结合形态及孢粉的资料就毛茛属植物核型不对称系数对分类的意义进行分析。

关键词：毛茛属；染色体数目；核型

中图分类号：Q 942　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253-2700 (2007) 03-316-07

Karyotypes of Five Species and One Variety in the Chinese *Ranunculus* (Ranunculaceae)

NIE Gu-Hua[1,2]，LIAO Liang[2**]，FANG Liang[2]，XU Ling-Ling[2]，
SHI Jun-Wei[2]，XIANG Qi-Bai[1]

(1 *College of Forest Resources and Environment*，*Nanjing Forestry University*，Nanjing 210037，China；
2 *College of Life Science of Jiujiang University*，Jiujiang 332000，China)

Abstract: The somatic chromosome numbers and detailed chromosome morphology have been studied in five species and one variety of the genus *Ranunculus* from China. Their numbers and karyotype formulas are：*R. felixii*，$2n = 4x = 32 = 12m + 20sm$；*R. nephelogenes*，$2n = 4x = 32 = 16m + 10sm + 6st$；*R. nephelogenes* var. *geniculatus*，$2n = 4x = 32 = 14m + 16sm + 2st$ or $2n = 5x = 40 = 18m + 16sm + 4st + 2T$；*R. ficariifolius*，$2n = 2x = 16 = 12m + 2sm + 2st$；*R. repens*，$2n = 2x = 16 = 8m + 8st$ or $2n = 4x = 32 = 12m + 4sm + 14st + 2t$；and *R. trigonus*，$2n = 2x = 16 = 6m + 6sm + 4st$，respectively. The chromosome number of *R. nephelogenes* var. *geniculatus* and the karyotype of *R. nephelogenes* var. *nephelogenes* are reported for the first time. In combination with data from morphology and pollen，the taxonomic implications of the indices of karyological asymmetry in *Ranunculus* are analysed.

Key words: *Ranunculus*；Chromosome number；Karyotype

毛茛属（*Ranunculus* L.）约有 600 种（Tumura，1967），广布世界各大洲。关于毛茛属的细胞学研究，国外有较多报道（Kurita，1955，1958，1961 a，b，1966；Goepfert，1974；Julin，1977；Fujishima，1986，1990；Diosdado and Pastor，1996）。

中国毛茛属植物种类十分丰富，可能是其次生分布中心，以西部高原地区种类最多（王文采，1995；肖培根，1988）。然而由于地理位置及采集条件的限制，对国产西部高原地区毛茛属植物进行核型分析的报道不多（廖亮，1995，1996 a,b，1997；杨亲二，2000，2001；王瑞江，

---

* 基金项目：国家自然科学基金项目 (30160008)；江西省自然科学基金项目 (963255)

** 通讯作者：Author for correspondence；E-mail：Liaol58@yahoo.com.cn

收稿日期：2007-02-13，2007-04-30 接受发表

作者简介：聂谷华 (1968-) 男，江西上高人，博士生，从事植物系统与进化学研究工作。

2000；徐玲玲，2003；罗红霞，2004）。

本文对云南西北部高原地区 4 种 1 变种、井冈山 1 种毛茛属植物进行了核型分析，旨在以核型资料与宏观生物学结合能深入探讨毛茛属系统及进化。

1　材料和方法

实验材料产地、生境及凭证标本号见表 1。

凭证标本存江西九江学院生命科学学院标本室（JJTU）。根尖用 0.1% 秋水仙素溶液 20℃下预处理约 2 h，用卡诺氏液固定 2～24 h，75% 乙醇保存，用 1 mol L 盐酸在 60℃下解离 10 min，改良卡宝品红染色压片，常规方法制片。核型分析采用李懋学和陈瑞阳（1985）的标准。核型不对称性系数计算用 Arano（1963）的方法。核型图中多倍体染色体是根据长度和着丝点位置综合考虑进行排列，以便分析多倍体的染色体特征。核型分类用 Stebbins（1971）的方法。

2　结果

2.1　扇叶毛茛 *Ranunculus felixii* Lévl.

染色体数目为 32，核型公式为 $2n = 4x = 32 = 12m + 20sm$，其中第 1、2、3、4、6、7 对染色体为 m 型染色体，其余染色体对为 sm 型,。核型类型 3B（表 2，图 1：A，A1）

2.2　云生毛茛 *Ranunculus nephelogenes* Edgew. var. *nephelogenes*

染色体数目为 32，与四川康定（罗红霞，2004）居群数目相同，核型公式 $2n = 4x = 32 = 16m + 10sm + 6st$，核型类型 3B，核型为首次报道（表 2，图 1：B，B1）

2.3　曲升毛茛 *Ranunculus nephelogenes* var. *genialatus* W.T.Wang

四倍体生长于湿地草丛中，单叶，基生叶多数，叶浅裂或全缘，茎生叶少数，浅裂或全缘，染色体数目 32，核型公式 $2n = 4x = 32 = 14m + 16sm + 2st$，核型类型 2B；五倍体生长于溪旁水池边，个体基生叶多数，条形全缘或披针形深裂，茎上生不定根，染色体数目 40，核型公式 $2n = 5x = 40 = 18m + 16sm + 4st + 2T$，核型类型 2B。四倍体和五倍体染色体数目及其核型均为首次报道（表 2，图 1：C，C1；D，D1）

2.4　西南毛茛 *Ranunculus ficariifolius* Lévl.

染色体数目为 16，核型公式 $2n = 2x = 16 = 12m + 2sm + 2st$，核型类型 2A。与四川峨眉山居群（罗红霞，2004）的染色体数目相同，但核型公式有所不同；而与采自云南大理、维西（杨亲二，2001）材料报道的数目不同（表 2，图 1：E，E1）

2.5　匍枝毛茛 *Ranunculus repens* L.

二倍体和四倍体混生于同一居群中，二倍体个体茎上被毛，基生叶为三出复叶，小叶浅裂，而四倍体个体茎上无毛，基生叶也为三出复叶，但小叶深裂，进而裂片上再浅裂。二倍体染色体数目为 16，核型公式为 $2n = 2x = 16 = 8m + 8st$，核型类型 2B，而四倍体染色体数目为 32，核型公式为 $2n = 4x = 32 = 12m + 4sm + 14st + 2t$，核型类型 3A（表 2，图 1：F，F1；G，G1）

2.6　棱喙毛茛 *Ranunculus trigonus* Hand-Mazz.

染色体数目为 $2n = 16$，核型公式为 $2n = 2x = 16 = 6m + 6sm + 4st$，核型类型 3A（表 2，图 1：H，H1）

表 1　材料来源

Table 1　Origin of materials

分类群 Taxon	2n	采集地 Provenance	生境 Habitat	凭证标本 Voucher
扇叶毛茛 *Ranunculus felixii*	32	云南丽江 Yulongshan Mt., Lijiang, Yunnan	路边 roadside	Nie GH 071204
云生毛茛 *R. nephelogenes* var. *nephelogenes*	32	云南丽江 Yulongshan Mt., Lijiang, Yunnan	林缘 forest margin	Nie GH 071206
曲升毛茛 *R. nephelogenes* var. *geniculatus*	32	云南中甸 Zhongdian, Yunnan	草甸 meadow	Fang L 071405
曲升毛茛 *R. nephelogenes* var. *geniculatus*	40	云南中甸 Zhongdian, Yunnan	溪旁 streamside	Nie GH 071408
西南毛茛 *R. ficariifolius*	16	江西井冈山 Jinggang Mt., Jiangxi	水田 paddy field	Fang L 050501
匍枝毛茛 *R. repens*	16	云南丽江玉龙山 Yulongshan Mt. Lijiang, Yunnan	草地 roadside	Fang L 071406
匍枝毛茛 *R. repens*	32	云南中甸 Zhongdian, Yunnan	草甸 meadow	Nie GH 071407
棱喙毛茛 *R. trigonus*	16	云南丽江玉龙山 Yulongshan Mt. Lijiang, Yunnan	道路旁石砾间 roadside	Nie GH 071201

表 2　5 种 1 变种毛茛属植物的染色体参数

Table 2　The parameters of chromosomes in five species and one variety of *Ranunculus*

	R. felixii					*R. nephelogenes* var. *nephelogenes*				
	2n = 32 = 12m + 20sm					2n = 32 = 16m + 10sm + 6st				
Chr. No.	L	S	RL	AR	PC	L	S	RL	AR	PC
1	4.87	3.76	8.63	1.30	m	5.37	3.96	9.33	1.36	m
2	5.04	3.35	8.39	1.50	m	5.25	3.22	8.47	1.63	m
3	4.54	3.43	7.97	1.32	m	4.61	3.23	7.84	1.43	m
4	4.49	3.24	7.73	1.38	m	5.17	2.50	7.67	2.07	sm
5	5.56	1.95	7.51	2.85	sm	4.32	2.70	7.02	1.60	m
6	4.08	3.15	7.23	1.29	m	3.88	3.00	6.88	1.30	m
7	4.31	2.56	6.87	1.68	m	3.54	3.27	6.81	1.08	m
8	4.71	1.60	6.31	2.94	sm	3.72	2.87	6.59	1.30	m
9	4.48	1.55	6.03	2.89	sm	4.85	1.22	6.07	3.97	st
10	3.86	1.67	5.53	2.31	sm	4.02	1.89	5.91	2.13	sm
11	3.93	1.35	5.28	2.91	sm	3.72	1.74	5.46	2.13	sm
12	3.47	1.60	5.07	2.17	sm	3.70	1.38	5.08	2.68	sm
13	3.44	1.53	4.97	2.25	sm	3.32	1.27	4.59	2.61	sm
14	3.44	1.16	4.60	2.97	sm	2.49	1.94	4.43	1.29	m
15	3.10	1.17	4.27	2.66	sm	3.26	0.97	4.23	3.37	st
16	2.65	0.97	3.62	2.72	sm	2.81	0.80	3.61	3.51	st

	R. nephelogenes var. *geniculatus* (4x)					*R. nephelogenes* var. *geniculatus* (5x)				
	2n = 32 = 14m + 16sm + 2st					2n = 40 = 18m + 16sm + 4st + 2T				
Chr. No.	L	S	RL	AR	PC	L	S	RL	AR	PC
1	6.12	4.50	10.62	1.36	m	5.73	4.05	9.78	1.42	m
2	5.37	4.26	9.63	1.26	m	4.68	3.68	8.36	1.27	m
3	6.94	2.56	9.50	2.71	sm	4.36	2.83	7.19	1.54	m
4	4.30	3.26	7.56	1.32	m	4.85	1.63	6.48	2.97	sm
5	4.38	2.54	6.92	1.72	sm	4.14	2.31	6.45	1.79	sm
6	3.67	2.80	6.47	1.31	m	2.84	2.64	5.48	1.08	m
7	4.59	1.87	6.46	2.46	sm	4.08	1.35	5.43	3.02	st
8	3.39	2.57	5.96	1.32	m	3.81	1.44	5.25	2.64	sm
9	4.22	1.39	5.61	3.04	st	3.05	2.00	5.05	1.52	m
10	3.09	2.07	5.16	1.49	m	3.49	1.39	4.88	2.52	sm
11	4.01	1.54	5.55	2.61	sm	2.65	2.18	4.83	1.21	m
12	2.39	1.74	4.13	1.37	m	4.25	0.00	4.25	∞	T
13	3.34	1.48	4.82	2.26	sm	2.54	1.66	4.20	1.53	m
14	2.96	1.35	4.31	2.19	sm	3.06	1.05	4.11	2.91	sm
15	2.41	1.37	3.78	1.76	sm	2.86	0.84	3.70	3.40	st
16	2.36	1.16	3.52	2.03	sm	1.89	1.28	3.17	1.48	m
17						2.06	0.99	3.05	2.07	sm
18						2.01	0.84	2.85	2.38	sm
19						1.88	0.94	2.82	1.99	sm
20						1.87	0.81	2.68	2.31	sm

	R. ficariifolius					*R. repens* (2x)				
	2n = 16 = 12m + 2sm + 2st					2n = 16 = 8m + 8st				
Chr. No.	L	S	RL	AR	PC	L	S	RL	AR	PC
1	8.12	7.32	15.44	1.11	m	9.08	8.73	17.81	1.04	m
2	8.94	5.14	14.08	1.74	sm	7.49	7.08	14.57	1.06	m
3	8.25	5.85	14.10	1.41	m	10.35	2.24	12.59	4.85	st
4	7.62	5.20	12.82	1.47	m	7.79	4.59	12.58	1.69	m
5	7.00	5.41	12.41	1.29	m	10.55	1.58	12.13	6.66	st
6	8.49	2.68	11.17	3.16	st	8.96	2.60	11.56	3.44	st
7	5.64	4.96	10.60	1.14	m	8.96	1.71	10.67	5.25	st
8	5.77	3.62	9.39	1.59	m	4.63	3.79	8.42	1.22	m

	R. repens (4x)					*R. trigonus*				
	2n = 32 = 12m + 4sm + 14st + 2t					2n = 16 = 6m + 6sm + 4st				
Chr. No.	L	S	RL	AR	PC	L	S	RL	AR	PC
1	4.37	4.29	8.66	1.02	m	12.62	2.42	15.04	5.22	st
2	5.89	1.95	7.84	3.02	st	7.70	7.29	14.99	1.06	m
3	4.17	3.22	7.39	1.30	m	7.51	4.90	12.41	1.53	m
4	5.62	1.17	6.79	4.81	st	9.15	3.06	12.21	2.99	sm
5	4.14	2.59	6.73	1.60	m	8.57	3.33	11.90	2.57	sm
6	4.13	2.47	6.60	1.67	m	10.01	1.67	11.68	6.00	st

续表 2

Chr . No .	*R . repens* (4x) 2n = 32 = 12m + 4sm + 14st + 2t					*R. trigonus* 2n = 16 = 6m + 6sm + 4st				
	L	S	RL	AR	PC	L	S	RL	AR	PC
7	4.91	1.26	6.17	3.89	st	7.19	4.41	11.60	1.63	m
8	4.96	1.13	6.09	4.37	st	7.60	2.58	10.18	2.95	sm
9	4.69	1.20	5.89	3.90	st					
10	3.63	2.22	5.85	1.63	m					
11	3.26	2.46	5.72	1.33	m					
12	5.02	0.63	5.65	7.95	t					
13	4.36	0.98	5.34	4.43	st					
14	3.64	1.58	5.22	2.30	sm					
15	3.82	1.28	5.10	2.98	sm					
16	4.10	0.85	4.95	4.81	st					

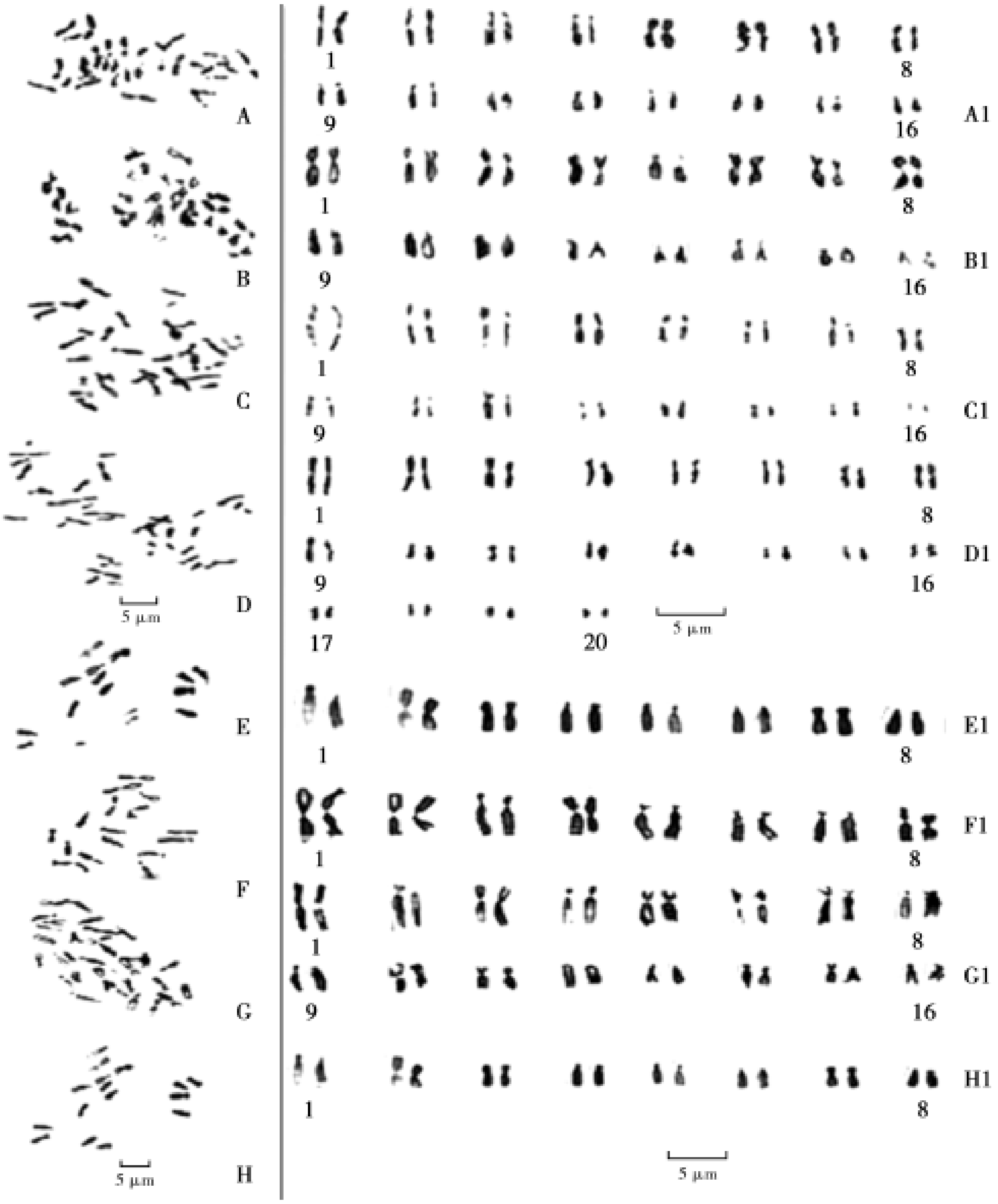

图 1　6 种毛茛属植物的中期染色体与核型

A，A1 . **扇叶毛茛**；B，B1 . **云生毛茛**；C，C1 . **曲升毛茛**（4x）；D，D1 . **曲升毛茛**（6x）；E，E1 . **西南毛茛**；F，F1 . **匍枝毛茛**（2x）；G，G1 . **匍枝毛茛**（4x）；H，H1 . **棱喙毛茛**

Fig . 1　Metaphase chromosomes and karyotypes of 6 *Ranunculus* species

A，A1 . *R. felixii*；B，B1 . *R. nephelogenes* var. *nephelogenes*；C，C1 . *R. nephelogenes* var. *geniculatus*；D，D1 . *R. nephelogenes* var. *geniculatus*；E，E1 . *R. ficariifolius*；F，F1 . *R. repens*；G，G1 . *R. repens*；H，H1 . *R. trigonus*

3 讨论

3.1 曲升毛茛 *Ranunculus nephelogenes* var. *genialatus* W.T.Wang

云南西北部特有变种。染色体数目及核型公式均为首次报道。研究表明，在毛茛属中，有许多复合体的祖先生长在水里或靠近水的地方，而其变异类型则生长在相对远离水的地方（廖亮，1995）。五倍体生长于溪旁水塘边，茎上生不定根，呈匍匐状态，营养繁殖；而四倍体生长于相对远离水的湿地草丛中，茎直立，行有性繁殖。

植物所有进化路线必须在适合度与灵活度这两个矛盾的需要之间取得折衷，当适合度和繁殖率都很高时，可通过营养繁殖，增加自体受精或降低染色体交叉频率等机制使重组受到限制，其结果是偏于最大稳定性和适合度，而牺牲灵活度；而面临变化的生境，植物更多的是牺牲子代当前的适合度以求保持一定的灵活度，作为适应环境变化的基础（陈家宽，1994）。

曲升毛茛同时具备无性、有性生殖方式，对该种植物的生存进化具有积极的适应意义。当环境条件适合该种的生长发育时，即适合度高时，它可以通过营养繁殖方式，加速扩大其分布范围，占据一个有利的生态位；而当环境条件发生变化时，它又可以经有性繁殖，产生新的变异，即增加灵活度，来适应变化了的环境条件。五倍体曲升毛茛形成的机制，有待进一步研究。

3.2 西南毛茛 *Ranunculus ficariifolius* Lévl.

多年生草本。分布于中国云南、四川、贵州、湖北西部、湖南南部、江西西部；不丹、尼泊尔、印度西北部；基生叶单叶，不分裂，有齿，心皮淡绿色，无柄，有花柱，无柱头，瘦果无柄，两侧鼓起，有小瘤状突起。染色体数目16，核型公式 $2n = 2x = 16 = 12m + 2sm + 2st$，核型类型2A，与采自四川峨眉山（罗红霞，2004）材料报道的数目和核型类型相同，核型有些变异，其核型公式为 $2n = 2x = 16 = 6m + 10sm$。西南毛茛呈现间断性的分布（王文采，1995），使得不同居群间的遗传差异得以保存。

3.3 匍枝毛茛 *Ranunculus repens* L.

该种分布在亚洲北部和欧洲，王文采（1995）推断其起源于云贵高原，以后分布到亚洲北部。本文实验材料采自横断山脉的中甸，二倍体、四倍体混生于同一居群中，表明匍枝毛茛多倍体可能起源于横断山脉。二倍体的核型公式为 $2n = 2x = 16 = 8m + 8st$；四倍体的核型公式为：$2n = 4x = 32 = 12m + 4sm + 14st + 2t$。从两者的核型公式来看，匍枝毛茛的四倍体形成于自然杂交。

3.4 不同组的核型比较

3.4.1 西南毛茛组的核型原始性 西南毛茛组是中国的特有组，仅有两个种。从表3中可看出，本文所采用的实验材料隶属毛茛属的3个组：美丽毛茛组核型类型为3B和2B，西南毛茛组核型类型为2A，毛茛组核型类型为2B和3A（Stebbins，1971）。因此，西南毛茛组的核型对称性较强；从核型不对称性系数看，西南毛茛的不对称系数最小；同时，从植物的外部形态来看，西南毛茛组中的西南毛茛的基生叶和茎生叶相似；基生叶和茎生叶形态不同是一种较进化的性状（Stebbins，1971）。从上述情况中可以看出西南毛茛组的核型和形态同时具原始性。

3.4.2 核型不对称系数与性状 根据Stebbins（1971）核型不对称性与进化关系的假说，从表3的核型不对称系数可看出：表中所列6个组中，sect. *Auricomus*，sect. *Ficariifolium*，sect. *Hecatonia*，sect. *Flammula* 核型不对称系数较小，对称性较强；形态上，花瓣蜜槽呈点状或杯状袋穴，果实卵球形，多少鼓起；而 sect. *Echinella* 和 sect. *Ranunculus* 中核型不对称系数较大，不对称性较强；而形态上表现为花瓣蜜槽有分离的小鳞片，瘦果扁平；核型的进化趋势与的形态进化趋势相吻合（王文采，1995）。

3.5 不同系间的核型比较

3.5.1 染色体基数与系的划分 在 sect. *Ranunculus* 中，王文采（1995）根据基生叶为单叶三深裂与三出复叶将毛茛系与匍枝毛茛系区别开来。从表3核型的不对称性系数来看，毛茛系中除棱喙毛茛外，核型不对称性系数都较低，均小于65，而匍枝毛茛系的不对称性系数相对较高，均大于67，且它们对应的染色体基数也不同，分别为7和8，因而，从染色体基数和核型不对称性系数两方面的明显区别来看，除棱喙毛茛外，细胞学分析结果都支持王文采（1995）根据形态特征对这两个系的划分；相应地，棱喙毛茛这个

表 3　毛茛属植物核型比较

Table 3　The karyotype comparison of some species in *Ranunculus*

分类群 Taxon	核型公式 Karyotype formula	类型 Type	核型不对称系数 Index of karyotype asymmetry	作者 Reference
Sect. *Auricomus*				
Ser. *Pulchelli*				
R. nephelogenes var. *nephelogenes*	2n = 32	3B	63.93	This paper
R. nephelogenes var. *geniculatus*	2n = 32	2B	63.46	This paper
	2n = 40	2B	65.13	This paper
Ser. *Auricomi*				
R. felixii	2n = 32	3B	66.91	This paper
Sect. *Ficariifolium*				
R. ficariifolius	2n = 16	2A	59.82	This paper
	2n = 16	2A	62.29	Luo, 2004
	2n = 32	2B	61.08	Yang, 2001
Sect. *Hecatonia*				
R. sceleratus	2n = 32	2B	61.74	Liao, 1991
Sect. *Flammula*				
R. reptans	2n = 32	2B	65.56	Sha, 1997
Sect. *Ranunculus*				
Ser. *Ranunculus*				
R. trigonus	2n = 16	3A	70.99	This paper
	2n = 16	3B	71.56	Liao, 1995
R. kunmingensis	2n = 14	3A	62.27	Xu, 2003
R. japonicus	2n = 14	3B	63.7	Sha, 1997
	2n = 14	3B	63.92	Yang, 1994
	2n = 14	3A	63.56	Liao, 1987
R. laetus	2n = 14	3A	65	Yang, 2001
R. japonicus var. *ternalifolius*	2n = 14	3B	62.51	Liao, 1996a
R. acris	2n = 14	3B	64.2	Kurita, 1961
Ser. *Repentes*				
R. repens	2n = 16	2B	67.44	This paper
	2n = 32	3A	70.41	This paper
	2n = 32	3A	69.48	Xu, 2003
	2n = 32	3A	72.9	Sha, 1997
R. chinensis	2n = 16	3A	69.48	Liao, 1995
	2n = 16	3A	69.7	Sha, 1997
R. diffusus	2n = 32	3A	74.37	Liao, 1996a
R. siebodii	2n = 48	3A	69.86	Liao, 1995
R. cantoniensis	2n = 32	3B	68.62	Liao, 1995
	2n = 16	3A	68.78	Yang, 1994
R. sinovaginatus	2n = 48	3B	70.97	Liao, 1995
R. silerifolius	2n = 16	3A	70.79	Liao, 1995
Sect. *Echinella*				
R. muricatus	2n = 64	3A	72.92	Xu, 2003

种放在毛茛系显得不自然。根据棱喙毛茛染色体基数为 8，核型不对称性系数接近匍枝毛茛系，结合廖亮（1996b）对国产毛茛组植物进行的孢粉形态学研究结果：棱喙毛茛的花粉外壁覆盖层平坦，散孔，与一般 x = 7 的 ser. *Ranunculus* 中的种覆盖层明显波状，散沟有明显差异。综合上述特点，支持将 *R. trigonus* 放在 ser. *Repentes* 中似乎更为自然的观点（廖亮，1996b）。

致谢　本文实验凭证标本经王文采院士鉴定。

〔参考文献〕

陈家宽，杨继．1994．植物进化生物学［M］．武汉：武汉大学

Arano H，1963．Cytological studies in subfamily carduoideae (Compositae) of Japan，IX．The karyotype analysis and phylogenetic considerations on *Pertya* and *Ainsliea* (2)［J］．*Bot Mag Tokyo*，**76**：32—39

Diosdado JC，Pastor JE，1996．Consideraciones citotaxonomies in genera *Ranunculus* L．from the Peninsula Iberica［J］．*Bot Madrid*，**54**：166—178

Fujishima H，1986．A new chromosome number of *Ranunculus muricatus* L．[J]．*La Kromosomo*，**II-43-44**：1367—1371

Fujishima H, 1990. Karyotypical studies on *Ranunculus sardous* Crantz, a new alien herb to Japan [J]. *La Kromosomo*, **II-59-60**: 2013—2017

Goepfert D, 1974. Karyotypes and DNA Content in Species of *Ranunculus* L. and Related Genera [J]. *Bot Notiser*, **127**: 464—489

Julin E, 1977. Some Bothnian subspecies in the *Ranunculus auricomus* complex: orgin and dispersal [J]. *Bot Notiser*, **130**: 287—302

Kurita M, 1955. Cytological studies in Ranunculaceae I. The karyotype analysis in the genus *Ranunculus* [J]. *Bot Mag Tokyo*, **68** (801): 94—97

Kurita M, 1958. Chromosome studies in Ranunculaceae VII-I. Karyotype and phylogeny [J]. *Rep Biol Inst Ehime Univ*, **5**: 1—14

Kurita M, 1961a. Chromosome studies in Ranunculaceae XIX. Chromosome size in *Ranunculus* species in the eight-chromosome series [J]. *Mem Ehime Univ sect 2 ser B*, **4** (2): 263—268

Kurita, 1961b. Chromosome studies in Ranunculaceae **XⅧ**, Karyotype study of several species [J]. *Ehine Univ Sect*, **Ⅱ** (set) ser B (Biol.), **4** (2): 67—77

Kurita M, 1966. Chromosome studies in Ranunculaceae XXIV [J]. *Mem Ehime Univ sect 2 ser B*, **4** (3): 31—36

Li MX (李懋学), Chen RY (陈瑞阳), 1985. A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants [J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), **3** (4): 297—302

Luo HX (罗红霞), 2004. Study on karyotypes of six *Ranunculus* species in Sichuan [J]. *J Southwest Jiaotong Univ* (西南交通大学学报), Vol.39 No.3, Jun.: 411—414

Liao L (廖亮), Xu LL (徐玲玲), Chen Y (陈晔) *et al*. 1995. Studies of karyotype of *Ranunculus cantoniensis* polyploidy complex and its allied species [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), **33** (3): 230—239

Liao L (廖亮), Xu LL (徐玲玲), Fang L (方亮), 1996a. Study on karyotype of 3 species in *Ranunculus* from China [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), **18** (3): 331—335

Liao L (廖亮), Xu LL (徐玲玲), 1996b. A study on pollen morphology of sect. *Ranunculus* from China [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), **16** (3): 255—261

Liao L (廖亮), Xu LL (徐玲玲), 1997. New taxon of genus *Runanculus* and their karyotype from China [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), **35** (1): 57—62

Stebbins GL, 1971. Chromosomal Evolution in Higher Plants [M]. London: Edward Arnold Ltd, 15—60

Tumura M, 1967. Morphology, ecology and phylogeny of the Ranunculaceae **Ⅱ** [J]. *Sci Rep Osaka Univ*, **16** (2): 21—43

Wang WC (王文采), 1995. A revision of the genus *Ranunculus* in China (Ⅰ) (Ⅱ) [J]. *Bull Bot Res* (植物研究), **15** (2): 137—180

Wang RJ (王瑞江), Chen ZY (陈忠毅), 2000. 国产毛茛科植物资料 [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), **22** (2): 126—128

Xiao PG (肖培根), 1988. 中国药用植物资源开发利用的研究 [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 增刊 (1): 1—12

Xu LL (徐玲玲), Fang L (方亮), Zhang LH (张良慧) *et al*. 2003. Studies on the karyotypes of three species in *Ranunculus* from China [J]. *Guihaia* (广西植物), **23** (3): 233—236

Yang QE (杨亲二), 2000. *Ranunculus wangianus* Q. E. Yang, a new species from NW Yunnan, China and its karyotype [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), **38**: 551—556

Yang QE (杨亲二), 2001. Cytology of eleven species in the genus *Ranunculus* L. and five in its four related genera from China [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), **39** (5): 405—422